



## بررسی مقایسه ای مقدار جذب کروم شش ظرفیتی فاضلاب با استفاده از دانه گرانولی و

### دانه پودر شده اسپند

نویسندگان: رسول خسروی<sup>۱</sup> بهنام باریک بین<sup>۲</sup> مهدی فضل زاده<sup>۳</sup> اکبر تقی زاده<sup>۴</sup>

۱. مربی گروه مهندسی بهداشت محیط و عضو مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

۲. استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

۳. نویسنده مسئول: مربی گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

Email: m.fazlzadeh@gmail.com

تلفن: ۰۹۱۲۷۰۳۵۰۷۹

۴. کارشناس مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

## طلوع بهداشت

### چکیده

**مقدمه:** کروم شش ظرفیتی یکی از سمی ترین فلزات سنگین بوده که باید قبل از ورود به محیط توسط یک فرایند موثر و کارآمد از پسابهای آلوده حذف شود. هدف از این مطالعه بررسی مقایسه ای مقدار جذب کروم شش ظرفیتی فاضلاب با استفاده از دانه گرانولی و پودر شده اسپند بوده است.

**روش بررسی:** دانه های اسپند بعد از جمع آوری و تمیز سازی الک شده و دانه های با مش ۱۰ به عنوان دانه گرانولی مورد استفاده قرار گرفت. مقداری از دانه های گرانولی توسط آسیاب پودر گردید و سپس ذرات با مش ۶۰ به عنوان دانه پودر شده مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه محلول استوک کروم از دی کرومات پتاسیم استفاده شد و جهت اندازه گیری غلظت کروم از روش رنگ سنجی با استفاده از UV/VIS T80+ Spectrometer استفاده گردید. تمام مواد مورد استفاده محصول شرکت مرک بود.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که حداکثر جذب کروم برای هر دو جاذب در pH ۱/۵ به دست آمد، و با افزایش مقدار جاذب راندمان حذف افزایش یافته ولی ظرفیت جذب کاهش یافت. با افزایش زمان ماند و افزایش سرعت اختلاط مقدار جذب کروم توسط هر دو جاذب روند صعودی داشت اما با افزایش غلظت اولیه کروم این روند سیر نزولی را نشان داد. در تمام آزمایشات مقدار جذب کروم توسط دانه پودر شده اسپند بسیار بیشتر از دانه گرانولی آن به دست آمد.

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج این تحقیق مشخص شد که دانه پودر شده اسپند توانایی بیشتری در جذب کروم نسبت به دانه گرانولی آن دارد. بنابراین دانه پودر شده اسپند می تواند به عنوان یک جاذب ارزان قیمت در حذف کروم مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه های کلیدی:** دانه اسپند، کروم، جاذب

فصلنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال دوازدهم

(ویژه نامه بهداشت محیط)

شماره: چهارم - ۱۳۹۲

شماره مسلسل: ۴۲

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۳/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۱۳



## مقدمه

تخلیه فلزات سنگین به محیط یکی از دغدغه های مهم دهه های اخیر جامعه گردیده است (۱). از میان فلزات سنگین مختلف، کروم شش ظرفیتی یک آلاینده بسیار شایع و سمی می باشد (۲) که بر همین اساس حداکثر غلظت مجاز برای تخلیه محلول های کرومی به داخل آبهای سطحی  $1 \text{ mg/L}$  و برای آبهای آشامیدنی  $0.05 \text{ mg/L}$  تعیین شده است (۳). کروم می تواند توسط صنایع مختلفی از جمله آبکاریها، دباغی ها، نیروگاههای هسته ای، نساجی ها و صنعت تولید کرومات به داخل محیط وارد شود (۴، ۳). کروم عموماً در داخل محیط به حالت های اکسیداسیون ۳ و ۶ ظرفیتی وجود دارد که کروم ۳ ظرفیتی برای انسان به خصوص برای متابولیسم گلوکز ضروری بوده و همچنین برای گیاهان و حیوانات به عنوان یک عنصر جزئی ضروری در نظر گرفته می شود (۳) اما کروم ۶ ظرفیتی سمی بوده که در صورت استنشاق آن توسط انسان می تواند سبب سوراخ کردن جداره های بینی، التهاب مجاری تنفسی و جگر، تنگی نفس، برونشیت، التهاب ریه و همچنین سبب افزایش خطر ابتلا به سرطان گردد. هم چنین تماس پوستی با کروم سبب آلرژی، آماس پوست، پوست مردگی و از بین بردن پوست می گردد (۵). بنابراین حذف کروم ۶ ظرفیتی از فاضلاب ها قبل از تخلیه به محیط امری ضروری می باشد، بدین منظور روش های تصفیه ای مختلفی از جمله ترسیب شیمیایی، تبادل یون، ترسیب الکتروشیمیایی، احیاء، جداسازی غشائی، تغلیظ، اسمز معکوس و جذب مورد استفاده قرار گرفته است (۶). فرایند متداول مورد استفاده برای حذف کروم ۶ ظرفیتی از فاضلاب، احیاء و سپس ته

نشینی آن به شکل هیدروکسید کروم ۳ ظرفیتی می باشد. اما این روش به طور کامل رضایت بخش نبوده و دارای معایبی از قبیل تولید مقدار زیادی زائدات ثانویه ناشی از استفاده معرف های مختلف در طی فرایندهای تصفیه ای از جمله احیاء، خنثی سازی محلول اسیدی و ته نشینی آن می باشد. با تحقیقات مختلف انجام شده، فرایند جذب نشان داده که می تواند یک روش اساسی برای حذف انواع ترکیبات کروم از محلول های آبی باشد. برای این منظور رنج وسیعی از مواد طبیعی و سنتتیک برای جذب کروم مورد آزمایش قرار گرفته است (۷) که از آن جمله می توان به کربن فعال و زغال (۹، ۸)، خاک رس اصلاح شده (۱۰)، خاکستر پوسته برنج، آلومینای فعال و خاکستر فرار (۱۱) و ساقه غله اصلاح شده (۱۲) اشاره کرد. بنابراین نیاز است تا با استفاده از توسعه مواد ارزان قیمت و در دسترس حذف کروم را به طور اقتصادی و کارآمد حذف نمود (۷). اسپند یک گیاه خودرو است که در مناطق اطراف شهرستان بیرجند به وفور یافت شده و به راحتی قابل تهیه و استفاده می باشد. با توجه به مطالعات انجام شده مشخص شد که تاکنون هیچ مطالعه ای با استفاده از دانه های اسپند بر روی حذف کروم ۶ ظرفیتی انجام نشده است، بنابراین هدف از انجام این تحقیق استفاده از دانه های گرانولی و پودر شده اسپند در حذف کروم از فاضلاب و همچنین مقایسه کارایی دانه ی گرانولی و پودر شده در حذف کروم بوده است.

## روش بررسی

آماده سازی جاذب: در فصل خشک شدن اسپند، دانه های اسپند به همراه غلافشان از مناطق اطراف شهرستان بیرجند جمع آوری شده



۶-۵-۴-۳-۲-۱/۵)، دوز جاذب ۲۰g/L (۲۰g/L و ۱۵-۱۰-۸-۶-۴-۲-۱) زمان واکنش ۸۰-۲ دقیقه (دقیقه ۸۰ و ۶۰-۷۰-۵۰-۴۰-۳۰-۲۰-۱۵-۱۰-۵-۲)، و غلظت اولیه کروم ۱۰۰ mg/L ۲۵ (۱۰۰ mg/L و ۲۵-۵۰)، و سرعت هم زدن ۳۰۰-۰ دور بر دقیقه (۳۰۰ rpm و ۲۰۰-۱۵۰-۱۰۰-۵۰-۰) بوده است. برای اطمینان از تکرار نتایج، هر مرحله از آزمایش دو بار تکرار و میانگین نتایج گزارش شد.

روشهای آنالیز: در این آزمایش برای سنجش مقدار کروم شش ظرفیتی از روش رنگ سنجی با استفاده از اسپکتروفتومتر T80+ UV/VIS Spectrometer در طول موج ۵۴۰ نانومتر بر اساس روش های ارایه شده در کتاب استاندارد آزمایش های آب و فاضلاب (۱۳) استفاده شد. تمام مواد مورد استفاده در این آزمایش محصول شرکت مرک بود و تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار Excel انجام شد.

#### یافته ها

اثر pH اولیه محلول: همانطور که در شکل ۱ مشخص است با افزایش pH از ۱/۵ به ۸ کروم جذب شده توسط هر دو جاذب به طور چشم گیری کاهش می یابد، به طوریکه مقدار جذب کروم توسط دانه پودر شده از ۹/۴۵mg/g در pH برابر با ۱/۵ به ۳/۳۴mg/g در pH برابر با ۸ رسیده است. همین روند برای دانه گرانولی نیز وجود داشته به طوریکه مقدار جذب کروم از ۵/۵۱mg/g در pH برابر با ۱/۵ به ۳/۱۴mg/g در pH برابر با ۸ کاهش پیدا کرده است. همچنین تفاوت چشمگیری بین ظرفیت جذب دانه گرانولی و پودر شده اسپند قابل مشاهده می باشد. به

و پس از کوبیدن آرام، با استفاده از الک، جداسازی و تمیزسازی دانه های اسپند انجام شد. پس از آن دانه های تمیز شده به مدت ۳ روز در زیر آفتاب نگهداری شد تا کاملاً رطوبت آن گرفته شود. سپس دانه های گرانولی با مش ۱۰ توسط الک جداسازی شد و به عنوان دانه ی گرانولی مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه پودر دانه اسپند، دان های گرانولی توسط آسیاب به خوبی پودر گردید و ذرات با مش ۶۰ جداسازی شده و در ظروف مخصوص به دور از رطوبت نگهداری شد و در مواقع نیاز از آنها به عنوان جاذب استفاده گردید.

روش آزمایش: این تحقیق تجربی بوده و به صورت ناپیوسته در ارلن هایی به حجم ۱۰۰ سی سی بر روی شیکر انجام شده است. برای تهیه غلظت های مختلف کروم از محلول استوک ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر استفاده شد. جهت ساخت محلول استوک از دی کرومات پتاسیم استفاده گردید.

برای انجام آزمایش ها ابتدا مقدار ۵۰ cc نمونه با غلظت مشخص توسط استوانه مدرج برداشته و داخل ارلن ریخته شد، در صورت نیاز به تنظیم pH، با استفاده از HCl و NaOH یک نرمال، pH محلول تنظیم شد. سپس دوز مشخصی از جاذب وزن شده و به نمونه داخل ارلن اضافه گردید و بی درنگ بر روی شیکر گذاشته و سرعت هم زدن تنظیم شد. پس از زمان تماس مورد نظر، نمونه از روی شیکر برداشته و از کاغذ صافی واتمن ۰/۴۵ میکرون عبور داده شد. نمونه صاف شده جهت سنجش مقدار کروم شش ظرفیتی باقی مانده، مورد استفاده قرار گرفت. مهمترین متغیرهای مورد بررسی در این آزمایش، pH اولیه محلول با دامنه ۱/۵-۸ (۸ و ۷-

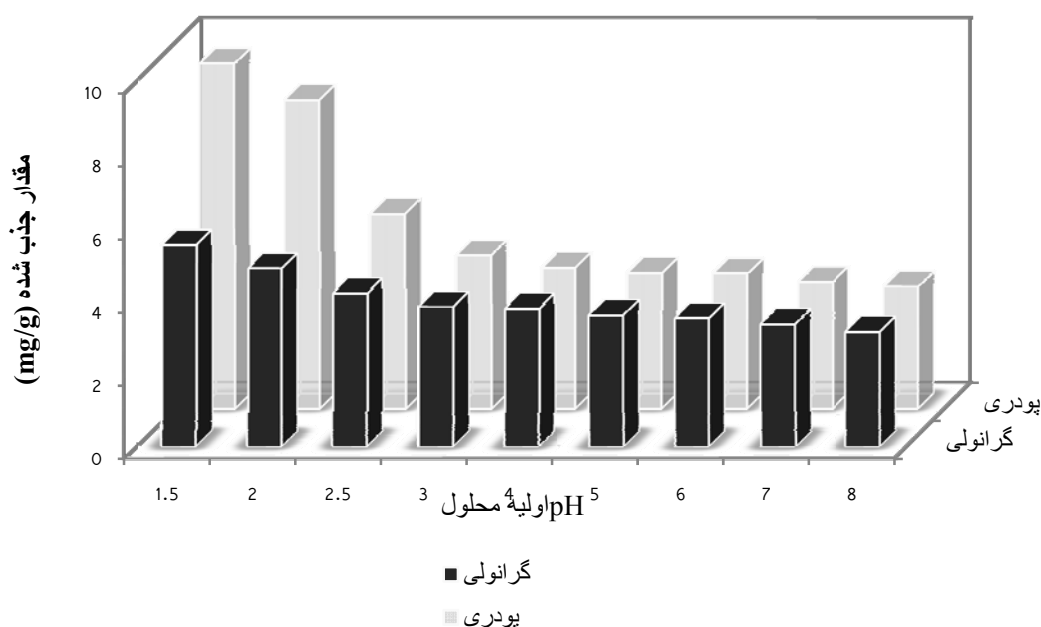


مشاهده می باشد. راندمان حذف با غلظت  $1\text{g/L}$  دانه گرانولی اسپند برابر با  $42/81\%$  بوده که با افزایش دوز جذب به  $20\text{g/L}$  راندمان حذف به  $58/27\%$  رسیده است.

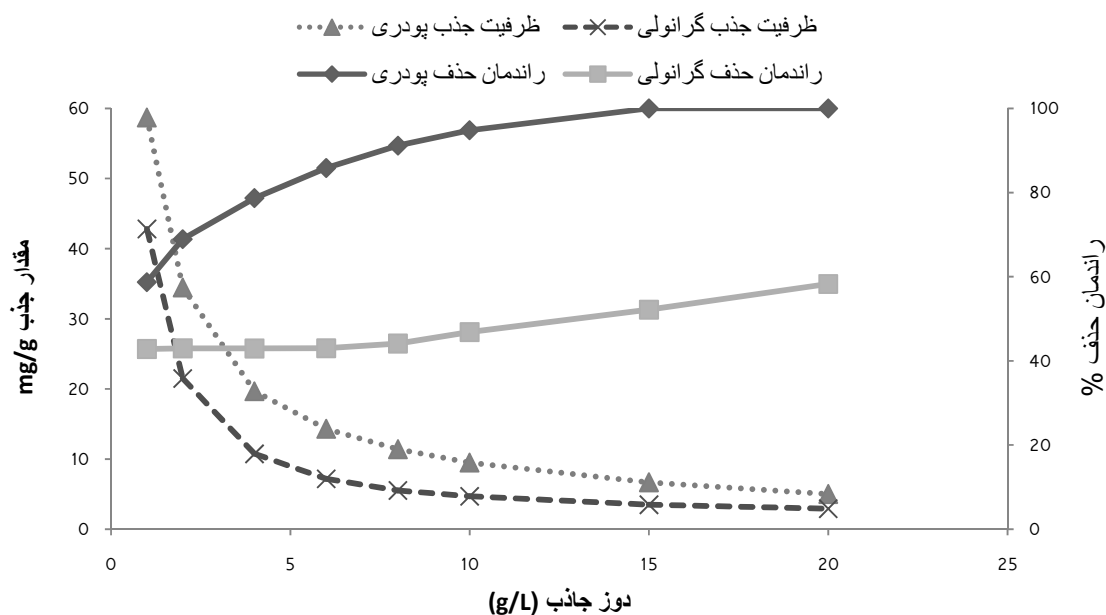
اما با افزایش دوز جذب ظرفیت جذب کروم کاهش پیدا کرده است. به طوریکه ظرفیت جذب برای دانه پودر شده در دوز  $1\text{g/L}$  برابر با  $58/71\text{mg/g}$  به دست آمده و با افزایش مقدار جذب به  $20\text{g/L}$  ظرفیت جذب کروم به  $5\text{mg/L}$  کاهش یافته است. ظرفیت جذب کروم برای دانه گرانولی در دوز  $1\text{g/L}$  برابر با  $42/81\text{mg/g}$  بوده که در دوز  $20\text{g/L}$  جذب، ظرفیت جذب به  $2/91\text{mg/g}$  کاهش یافته است.

طوریکه ظرفیت جذب کروم توسط دانه پودر شده اسپند به طور متوسط حدود  $4\text{mg/g}$  بالاتر از ظرفیت جذب کروم توسط دانه گرانولی اسپند در pH های  $1/5$  و  $2$  به دست آمده است.

اثر دوز جذب: شکل ۲ بیان کننده اثر دوز جذب بر روی راندمان حذف و همچنین بیان کننده ظرفیت جذب کروم توسط دانه پودر شده و گرانولی اسپند می باشد، نتایج حاصله نشان می دهد که با افزایش دوز جذب راندمان حذف برای هر دو جذب افزایش می یابد به طوری که راندمان حذف توسط دانه پودر شده اسپند با دوز  $1$  گرم بر لیتر برابر با  $58/71\%$  بوده که در دوز  $15$  گرم بر لیتر به  $100\%$  رسیده است. این روند برای دانه گرانولی اسپند نیز قابل



شکل ۱. اثر pH اولیه محلول (دوز جذب  $10\text{g/L}$ ، غلظت اولیه کروم  $100\text{mg/L}$ ، زمان تماس  $30$  دقیقه، سرعت اختلاط  $200$  دور بر دقیقه)



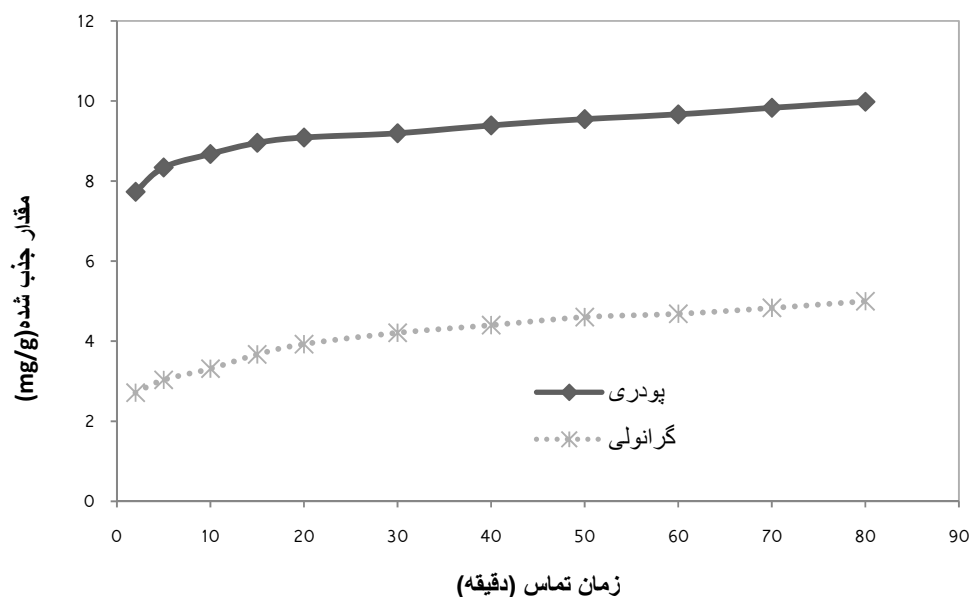
شکل ۲. اثر دوز جاذب (pH اولیه محلول ۱/۵، غلظت اولیه کروم ۱۰۰ mg/L، زمان تماس ۳۰ دقیقه، سرعت اختلاط ۲۰۰ دور بر دقیقه)

به ترتیب برای دانه گرانولی و پودر شده برابر با ۴۲/۱ و ۹۱/۹۴٪ به دست آمده است.

اثر سرعت اختلاط: شکل ۵ بیان کننده اثر سرعت اختلاط بر روی مقدار جذب کروم توسط دانه گرانولی و پودر شده اسپند می باشد. با توجه به شکل مشخص می شود که با افزایش سرعت اختلاط مقدار جذب برای هر دو جاذب افزایش می یابد به طوریکه مقدار جذب کروم بدون اختلاط به ترتیب برای دانه گرانولی و پودر شده برابر با ۳/۸۸ و ۷/۶۲ mg/g بوده است که با افزایش سرعت اختلاط به ۳۰۰ rpm مقدار جذب برای این دو جاذب به ترتیب به ۴/۸۱ و ۹/۸۲ mg/g رسیده است. همچنین نتایج نشان می دهد که افزایش سرعت اختلاط بر روی دانه پودر شده اسپند تاثیر بیشتری گذاشته است.

اثر زمان واکنش: با توجه به شکل ۳ مشخص می شود که با افزایش زمان تماس، مقدار جذب کروم توسط هر دو جاذب افزایش یافته است. به طوری که در زمان تماس ۲ دقیقه مقدار جذب کروم برای دانه گرانولی و پودر شده به ترتیب برابر با ۲/۷۱ mg/g و ۷/۷۳ mg/g بوده است که با افزایش زمان تماس به ۸۰ دقیقه، مقدار جذب کروم به ترتیب به ۵ mg/g و ۹/۹۸ mg/g رسیده است.

اثر غلظت اولیه کروم: در این مرحله از آزمایش اثر غلظت های مختلف کروم مورد بررسی قرار گرفت، با توجه به شکل ۴ مشخص می شود که با افزایش غلظت از ۲۵ mg/L به ۱۰۰ mg/L راندمان حذف کاهش پیدا می کند که این موضوع برای دانه گرانولی به طور واضح تری آشکار می باشد. راندمان حذف برای دانه گرانولی و پودر شده در غلظت ۲۵ mg/L به ترتیب برابر با ۷۹ و ۱۰۰٪ می باشد به طوریکه در غلظت ۱۰۰ mg/L راندمان حذف



شکل ۳. اثر زمان تماس (pH اولیه محلول ۱/۵، غلظت اولیه کروم ۱۰۰ mg/L، دوز جاذب ۱۰ g/L، سرعت اختلاط ۲۰۰ دور بر دقیقه)

### بحث و نتیجه گیری

یکی از فاکتورهای موثر در فرایند جذب، pH محیط می باشد. نتایج اثر pH های مختلف بر روی مقدار جذب کروم با استفاده از دو جاذب دانه گرانولی و پودر شده اسپند در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است مقدار جذب کروم ۶ ظرفیتی با افزایش pH برای هر دو جاذب کاهش پیدا می کند. این امر به این دلیل است که کروم شش ظرفیتی در شکل های مختلفی در محلول وجود دارد که از آن جمله  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ،  $\text{HCrO}_4^-$ ،  $\text{CrO}_4^{2-}$  و  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  را می توان نام برد. پایداری این حالتها به pH سیستم بستگی دارد. شکل فعال کروم برای فرایند جذب  $\text{HCrO}_4^-$  می باشد که این حالت فقط در pH های پایین پایدار می باشد.

بنابراین با افزایش pH غلظت این فرم کروم کاهش یافته و مقدار جذب نیز کاهش می یابد (۱۴). نتایج تحقیق Manjeet و همکاران (۲۰۰۹) حاکی از آن است که جذب کروم ۶ ظرفیتی بر روی کربن خاک اره و کربن پوسته برنج در pH برابر با ۲ در بالاترین مقدار بوده و با افزایش مقدار pH راندمان جذب به طور چشم گیری کاهش می یابد (۶). اما در تحقیقی که توسط Yu و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از خاک اره درخت افرا انجام شد، نتایج نشان داد که با افزایش pH راندمان حذف کروم شش ظرفیتی افزایش می یابد، دلیل این امر یونهای فعال موجود در روی سطح جاذب در pH های مختلف تفسیر شده است (۱۵). با توجه به شکل ۱ مشخص می شود که مقدار جذب توسط دانه پودر شده



اسپند به مراتب بالاتر از مقدار جذب کروم توسط دانه گرانولی اسپند می باشد. که این تفاوت حدود  $4\text{mg/g}$  قابل مشاهده می باشد. دلیل تفاوت زیاد مقدار جذب کروم در بین حالت گرانولی و پودر شده دانه اسپند می تواند به دلیل افزایش نسبت سطح به حجم ذرات پس از پودر شدن باشد. با پودر کردن دانه های گرانولی قطر ذرات کاهش پیدا کرده و نسبت سطح به حجم افزایش پیدا می کند و بدین وسیله محل های در دسترس برای جذب آلاینده افزایش می یابد. مسئله فوق با بررسی اثر دوز جذب بر روی راندمان این دو جذب مورد تایید قرار می گیرد. همانطور که از شکل ۲ مشخص می شود با افزایش دوز جذب راندمان حذف برای هر دو جذب افزایش می یابد، بنابراین با افزایش مقدار جذب، سطح جذب افزایش پیدا کرده و در نتیجه ی آن، محل های در دسترس برای جذب آلاینده افزایش یافته است. با پودر کردن دانه ی گرانولی اسپند، عملاً سطح جذب بدون افزایش دوز جذب، افزایش یافته است هر چند که پودر کردن دانه گرانولی اثر بیشتری نسبت به افزایش دوز دانه گرانولی در حذف کروم شش ظرفیتی در شرایط یکسان داشته است. از طرفی با افزایش دوز جذب، حجم لجن تولیدی حاصل نیز افزایش می یابد که از نظر اقتصادی و مشکلات زیست محیطی نیز قابل توجه می باشد. در تحقیقی که توسط Duby و همکاران (۲۰۰۷) بر روی راندمان حذف کروم توسط کربن پوست بادام زمینی اصلاح شده با نقره و کربن پوست بادام زمینی بدون اصلاح انجام شد، مشخص شد که برای هر دو جذب با افزایش مقدار جذب راندمان حذف

افزایش می یابد (۳) همچنین نتایج تحقیق Pehlivan و همکاران (۲۰۰۸) که از پوسته گردو، بادام و فندق برای حذف کروم استفاده کردند، نشان داد که با افزایش مقدار جذب راندمان حذف افزایش می یابد (۱). با توجه به شکل ۲ مشخص می شود که ظرفیت جذب کروم با افزایش مقدار جذب کاهش پیدا کرده است و در نقطه مقابل راندمان قرار دارد. زمانی که دوز جذب در مقدار کم قرار دارد، تمام سطوح آزاد روی جذب با کروم در تماس قرار گرفته و توسط کروم موجود اشباع می شود و بنابراین ظرفیت جذب افزایش می یابد، اما با افزایش مقدار جذب محل های در دسترس که نیاز به انرژی کمتری دارند به طور سریع اشباع شده اما جذب کروم در محل های آزادی که نیاز به انرژی بیشتری دارند انجام نمی شود و در این صورت سرعت جذب کروم افزایش می یابد اما ظرفیت آن کاهش پیدا می کند (۱۶). اختلاف ظرفیت جذب در بین دانه گرانولی و پودر شده اسپند در شکل ۳ نیز قابل مشاهده می باشد. در این شکل مشخص است که تفاوت ظرفیت جذب این دو جذب در تمام زمانهای تماس بسیار زیاد بوده و با افزایش زمان تماس مقدار جذب کروم برای هر دو جذب افزایش یافته است. افزایش زمان تماس سبب می شود تا فرصت بیشتری در اختیار کروم موجود در محلول برای پیدا کردن محل آزاد جهت جذب داده شود. مطالعات دیگری از قبیل استفاده از پوست درخت اکالیپتوس برای حذف کروم توسط Sarin و همکاران (۲۰۰۶) (۴)، استفاده از خاکستر PTPS برای حذف کروم از فاضلاب توسط Sharma و همکاران (۲۰۰۸) (۱۷)، استفاده از نانوتیوبهای



حذف نیز به ترتیب افزایش پیدا کرده است (۱۴) همچنین تحقیق Gupta و همکاران که از زائدات صنعت کود سازی برای جذب کروم استفاده کردند، این امر را مورد تایید قرار داده است (۱۶). با توجه به شکل ۵ مشخص می گردد که با افزایش سرعت اختلاط مقدار جذب برای هر دو جاذب افزایش می یابد، دلیل افزایش مقدار جذب با افزایش سرعت اختلاط می تواند به دلیل افزایش سرعت و جابجایی جاذبها در محیط شده و سرعت تماس با آلاینده ها افزایش پیدا نماید. در تحقیقی که توسط Albadarin و همکاران (۲۰۱۱) انجام شد، مشخص شد که با افزایش سرعت اختلاط از ۱۰۰ به ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر، ظرفیت جذب به ترتیب از ۱۰/۰۵ به ۱۰/۶۷ میلی گرم بر گرم افزایش پیدا کرد (۲۰). با توجه به نتایج این تحقیق مشخص شد که دانه ی پودر شده اسپند می تواند با راندمان بسیار بالاتری از دانه گرانولی اسپند، کروم شش ظرفیتی را حذف نماید. در نتیجه مشخص شد که اندازه ذرات می تواند نقش مهمی در فرایند جذب داشته باشند. همچنین می توان نتیجه گرفت که دانه پودر شده اسپند می تواند به عنوان یک جاذب ارزان قیمت و موثر برای حذف کروم از آبهای آلوده مورد استفاده قرار گیرد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از طرح تحقیقاتی مصوب در دانشگاه علوم پزشکی بیرجند می باشد. بدینوسیله از حمایت مادی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند قدردانی می گردد.

کربنی بر روی حذف کروم ۶ ظرفیتی توسط Pillay و همکاران (۲۰۰۹) (۱۸)، و استفاده از چوب بلوط و زغال پوسته بلوط برای حذف کروم ۶ ظرفیتی توسط Mohan و همکاران (۲۰۱۱) (۱۹) افزایش راندمان حذف با افزایش زمان ماند را تایید می کنند. یکی دیگر از پارامترهای مورد بررسی در حذف کروم توسط دانه گرانولی و پودر شده اسپند، اثر غلظت های مختلف کروم بوده است. در این تحقیق از ۳ غلظت ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ mg/L کروم استفاده گردید. همانطور که از روی شکل ۴ مشخص می شود راندمان حذف دانه پودر شده اسپند در غلظت ۲۵ و ۵۰ mg/L کروم برابر با ۱۰۰٪ بوده است که در این غلظتها راندمان حذف برای دانه گرانولی به ترتیب برابر با ۷۹ و ۵۵/۰۳٪ به دست آمده است. با توجه به راندمان بالای دانه ی پودر شده اسپند، اثر غلظت در غلظتهای ۲۵ و ۵۰ mg/L مشخص نمی شود اما با افزایش غلظت کروم از ۵۰ به ۱۰۰ mg/L راندمان حذف به ۹۱/۹۴٪ می رسد. در اینجا نیز تفاوت راندمان دو جاذب کاملاً قابل مشاهده می باشد. افزایش غلظت کروم سبب می شود که محل های در دسترس موجود بر روی جاذب برای عمل جذب کاهش پیدا کرده و محل های کمتری برای جایگذاری آلاینده ی موجود در محیط وجود داشته باشد، بنابراین راندمان فرایند کاهش می یابد. این نتایج با تحقیقات سایر محققین نیز همخوانی دارد، مثلاً در تحقیقی که توسط Levankumar و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از غلاف دانه های ریحان آمریکایی انجام شد، مشخص گردید که با افزایش غلظت از ۱۰۰ به ۱۵۰ و سپس به ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر راندمان





## References

- 1-Pehlivan E, Altun TR. Biosorption of chromium(VI) ion from aqueous solutions using walnut, hazelnut and almond shell. *Journal of Hazardous Materials* 2008;155:378-84.
- 2-Agarwal GS, Bhuptawat HK, Chaudhari S. Biosorption of aqueous chromium(VI) by Tamarindus indica seeds. *Bioresource Technology* 2006;97(7):949-56.
- 3-Dubey SP, Gopal K. Adsorption of chromium(VI) on low cost adsorbents derived from agricultural waste material: A comparative study. *Journal of Hazardous Materials* 2007;145(3):465-7.
- 4-Sarin V, Pant KK. Removal of chromium from industrial waste by using eucalyptus bark. *Bioresource Technology* 2006;97(1):15-20.
- 5-Bayat B. Comparative study of adsorption properties of Turkish fly ashes: II. The case of chromium (VI) and cadmium (II). *Journal of Hazardous Materials* 2002;95(3):275-90.
- 6-Bansal M, Singh D, Garg VK. A comparative study for the removal of hexavalent chromium from aqueous solution by agriculture wastesâ€™ carbons. *Journal of Hazardous Materials* 2009;171:83-92.
- 7-Klimaviciute R, Bendoraitiene J, Rutkaite R, et al. Adsorption of hexavalent chromium on cationic cross-linked starches of different botanic origins. *Journal of Hazardous Materials* 2010;181:624-32.
- 8-Di Natale F, Lancia A, Molino A, et al. Removal of chromium ions from aqueous solutions by adsorption on activated carbon and char. *Journal of Hazardous Materials* 2007;145(3):381-90.
- 9-Schneider RM, Cavalin CF, Barros MASD, et al. Adsorption of chromium ions in activated carbon. *Chemical Engineering Journal* 2007;132:355-62.
- 10-Gładysz-Płaska A, Majdan M, Pikus S, et al. Simultaneous adsorption of chromium(VI) and phenol on natural red clay modified by HDTMA. *Chemical Engineering Journal* 2012;179:140-50.
- 11-Bhattacharya AK, Naiya TK, Mandal SN, et al. Adsorption, kinetics and equilibrium studies on removal of Cr(VI) from aqueous solutions using different low-cost adsorbents. *Chemical Engineering Journal* 2008;137(3):529-41.
- 12-Chen S, Yue Q, Gao B, et al. Adsorption of hexavalent chromium from aqueous solution by modified corn stalk: A fixed-bed column study. *Bioresource Technology* 2012;113:114-20.
- 13-APHA A, WEF. standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 ed, 2005.



- 14-Levankumar L, Muthukumaran V, Gobinath MB. Batch adsorption and kinetics of chromium (VI) removal from aqueous solutions by *Ocimum americanum* L. seed pods. *Journal of Hazardous Materials* 2009;161:709-13.
- 15-Yu LJ, Shukla SS, Dorris KL, et al. Adsorption of chromium from aqueous solutions by maple sawdust. *Journal of Hazardous Materials* 2003;100:53-63.
- 16-Gupta VK, Rastogi A, Nayak A. Adsorption studies on the removal of hexavalent chromium from aqueous solution using a low cost fertilizer industry waste material. *Journal of Colloid and Interface Science* 2010;342(1):135-41.
- 17-Sharma YC, Uma, Upadhyay SN, et al. Studies on an economically viable remediation of chromium rich waters and wastewaters by PTPS fly ash. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 2008;317:222-8.
- 18-Pillay K, Cukrowska EM, Coville NJ. Multi-walled carbon nanotubes as adsorbents for the removal of parts per billion levels of hexavalent chromium from aqueous solution. *Journal of Hazardous Materials* 2009;166:1067-75.
- 19-Mohan D, Rajput S, Singh VK, et al. Modeling and evaluation of chromium remediation from water using low cost bio-char, a green adsorbent. *Journal of Hazardous Materials* 2011 ; 188:319-33.
- 20-Albadarin AB, Mangwandi C, Al-Muhtaseb AaH, et al. Kinetic and thermodynamics of chromium ions adsorption onto low-cost dolomite adsorbent *Chemical Engineering Journal* 2011;179:193-202.



## The comparison survey of chromium (VI) Adsorption from wastewater by granular and powdered grains of Peganum Harmal

Khosravi (MS.c)<sup>1</sup> Barikbin B(Ph.D)<sup>2</sup> Fazlzadeh M(MS.c)<sup>3</sup> Taghizadeh A(MS.c)<sup>4</sup>

1. Instructor, Department of Environmental Health Engineering, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

2. Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

3. Corresponding Author: Instructor, Department of Environmental Health Engineering, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

4. B.S of Environmental Health Engineering, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran

### Abstract

**Introduction:** Cr (VI) is a common and very toxic pollutant thus essential to be removed from contaminated wastewater before disposal into the environment. The aim of this study was removal of Cr (VI) from wastewater by granular and powdered seeds of Peganum Harmala.

**Methods:** Peganum Harmala grains were first collected, cleaned and sieved. Then, Granular grains with 10 mesh size were used as the granular Peganum Harmala. Some Granular grains were powdered by grinder and 60 mesh size particles were used as powdered Peganum Harmala. A stock solution of Cr (VI) was prepared by K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> and a colorimetric method was used to analyze the Cr (VI) concentration using a UV/VIS T80+ spectrophotometer. The chemicals used in this study were obtained from Merck, Germany.

**Results:** The result showed that the maximum removal of Cr (VI) was observed at pH 1.5 for both adsorbents, and with increasing amount of adsorbent, removal efficiency increased as well, but the adsorption capacity decreased. In all experiments the amount of chromium absorption by powdered Harmala Peganum was much more than the granular Harmala Peganum.

**Conclusion:** The research results showed that the powdered seeds of Peganum harmala have the higher ability to absorb chromium. Thus, the powdered seeds of Peganum harmala can be considered as an inexpensive adsorbent in the removal of chromium.

**Keywords:** Peganum harmala, Chromium, Adsorbent